

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Choi, Kwang-ki et. al.

Application No.:

Filing Date: April 14, 2004

Title: Semiconductor Laser Device

Group Art Unit:

Examiner:

Confirmation No.:

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Republic of Korea

Patent Application No(s): 10-2003-0035601

Filed: June 3, 2003

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

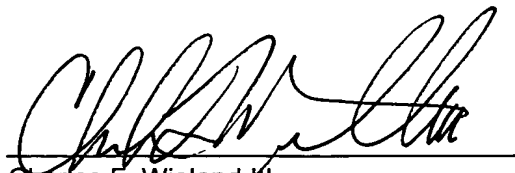
Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

Date: April 14, 2004

By



Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0035601
Application Number

출원년월일 : 2003년 06월 03일
Date of Application JUN 03, 2003

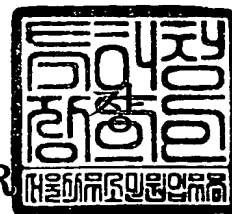
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2004 년 02 월 05 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0021
【제출일자】	2003.06.03
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	반도체 레이저 소자
【발명의 영문명칭】	Semiconductor laser device
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최광기
【성명의 영문표기】	CHOI, Kwang Ki
【주민등록번호】	710530-1552414
【우편번호】	442-400
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 117동 1804호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	곽준섭
【성명의 영문표기】	KWAK, Joon Seop
【주민등록번호】	690923-1041834

【우편번호】 445-973

【주소】 경기도 화성군 태안읍 반월리 신영통 현대아파트 311동 704호

【국적】 KR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
이영필 (인) 대리인
이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	2 면	2,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	0 항	0 원
【합계】		31,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

깨끗한 벽개면을 가지는 반도체 레이저 소자에 관해 개시된다.

개시된 레이저 소자는 레이저 공진층, 공진층 상하부의 클래드층을 포함하는 다중의 반도체 물질층에 의한 메사 구조물의 상부에 전류주입 리지 및 전류주입 리지 양측의 힘 분산 리지가 메사 구조물의 표면으로부터 돌출 형성되어 있는 구조를 가진다.

전류주입 리지 및 그 양측의 힘 분산 리지는 클리빙시 스크라이빙 포스를 분사시키고 따라서 깨끗한 벽개면을 얻을 수 있게 한다. 또한, 플립 칩 본딩시 힘의 분산에 의해 전류주입 리지의 손상이 방지된다.

【대표도】

도 5

【색인어】

레이저, 크랙, 벽개면

【명세서】**【발명의 명칭】**

반도체 레이저 소자{Semiconductor laser device}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 반도체 레이저 소자의 개략적 단면도이다.

도 2는 종래 반도체 레이저 소자를 제조하는 과정 중 단위 레이저 소자가 분리되지 않은 상태의 기판을 보이는 개략적 평면도이다.

도 3은 종래 반도체 레이저 소자의 메사구조체의 벽개면에서 단차를 가진 불규칙한 표면을 보이는 SEM 사진이다.

도 4는 종래 반도체 레이저 소자의 벽개면에서 단차를 가진 불규칙한 표면이 상부의 릿지까지 전파된 것을 보이는 SEM 사진이다.

도 5는 본 발명에 따른 반도체 레이저 소자의 개략적 단면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 반도체 레이저 소자를 제조하는 과정 중 단위 레이저 소자가 분리되지 않은 상태의 기판을 보이는 개략적 평면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 반도체 레이저 소자의 메사 구조체의 하부 구조를 보이는 SEM 사진이다.

도 8은 본 발명에 따른 반도체 레이저 소자에서 메사 구조체 상부에 형성된 릿지로 단차가 전파되지 않고 하부에서 수직으로 바로 진행되어 깨끗한 벽개면을 보여 주는 SEM 사진이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <9> 본 발명에 반도체 레이저소자에 관한 것으로서, 상세히는 매끈한 벽개면(cleaved plane)을 가지는 레이저소자에 관한 것이다.
- <10> 반도체 레이저는 광통신 등과 같은 통신 분야나 콤팩트 디스크 플레이어(CDP; Compact Disk Player)나 디지털 다기능 디스크 플레이어(DVDP; Digital Versatile Disk Player) 등과 같은 장치에서 데이터의 전송이나 데이터의 기록 및 판독을 위한 수단으로써 널리 사용되고 있다.
- <11> 이와 같이 반도체 레이저소자가 널리 사용되는 이유는 한정된 공간 내에서 레이저광의 발진 특성을 유지할 수 있고 소형화가 가능하며 무엇보다도 레이저 발진을 위한 임계 전류값이 작다는데 있다. 반도체 레이저를 사용할 수 있는 산업 분야가 증가되면서 보다 작은 임계 전류값을 가지는 반도체 레이저소자에 대한 요구가 증가하고 있는데 즉, 저전류 발진이 가능하고 장시간 수명 동작 시험을 통과하는 우수한 특성을 가지는 반도체 레이저소자에 대한 필요성이 증가하고 있다.
- <12> 이러한 레이저소자의 동작전력을 낮추고, 출력을 높이기 위해서는 레이저 발진층에 대하여 직각이고 매끈한(smooth) 광출사면이 요구된다. 이 광출사면은 경면(facet) 또는 벽개면(cleavage plane)으로 일컬어지며, 식각 또는 스크라이빙에 의해 형성된다.
- <13> 건식 에칭에 의한 광출사면은 매우 거칠어서 광손실이 크고 재현성이 낮다. 그러나, 스크라이빙에 의한 벽개면은 상대적으로 광손실이 적은 잇점을 가진다. GaN 등과 같은 질화물 반

도체 레이저소자는 벽개면(cleavage plane)을 광출사면으로 이용한다. 그러나, 사파이어 기판 위에 성장된 GaN는 기판과 다른 결정방향을 갖고 있기 때문에, 스크라이빙에 의한 매끈한 벽개면의 형성이 기술적으로 어렵고 낮은 수율(yield)을 보인다.

<14> 먼저 종래 질화물 반도체 레이저소자의 개략적 구조를 살펴본다.

<15> 도 1을 참조하면, 사파이어 기판(10) 상에 제1 및 제2영역(R1, R2)으로 구분되는 n-GaN 하부 콘택트층(12)이 적층되어 있다. 이러한 하부 콘택트층(12) 위에 다중층의 반도체물질층이 메사 구조체(mesa structure)로서 존재한다. 즉, 제1영역(R1) 상에서, n-GaN 하부 콘택트층(12)의 상면에 n-GaN/AlGaIn 하부 클래드층(24), n-GaN 하부 도파층(26), InGaIn 활성층(28), p-GaN 상부 도파층(30), p-GaN/AlGaIn 상부 클래드층(32)이 순차적으로 적층되어 있다. 여기서, n- 및 p-GaN/AlGaIn 하부 및 상부 클래드층(24, 32)의 굴절률은 n- 및 p-GaN 하부 및 상부 도파층(26, 30)보다 작고 n- 및 p-GaN 하부 및 상부 도파층(26, 30)의 굴절률은 활성층(28)의 굴절률보다 작다. 상기 메사 구조물에서, p-GaN/AlGaIn 상부 클래드층(32)의 상부 가운데 부분에는 릿지 웨이브 가이드 구조를 제공하는 소정 폭의 돌출된 릿지(32a)가 형성되어 있고, 릿지(32a)의 정상면에는 p-GaN 상부 콘택트층(34)이 형성되어 있다. 상기 p-GaN/AlGaIn 상부 클래드층(32)의 위에는 콘택트홀(36a)을 가지는 패시베이션층으로서의 매립층(36)이 형성되어 있다. 상기 매립층(36)의 콘택트홀(36a)은 상기 릿지(32a)의 상면에 형성된 상부 콘택트층(34)의 정상부분에 대응하며, 콘택트홀(36a)의 가장자리 부분은 상부 콘택트층(34) 상면의 가장자리 부분에 겹쳐져 있다.

<16> 상기 매립층(36) 위에는 p형 상부 전극(38)이 형성되어 있고, p형 전극(38)은 상기 매립층(36)의 콘택트홀(36a)을 통해 상기 상부 콘택트층(34)에 접촉된다. 상부 하부 콘택트층(12)에서, 제1 영역(R1)보다 낮은 제2 영역(R2)에는 n형 하부 전극(37)이 형성되어 있다.

- <17> 이와 같은 상부 클래드층(32)에 마련된 릿지 웨이브 가이드 구조는 활성층(28)으로 주입되는 전류를 제한하여 활성층(28)에서의 레이저 발진을 위한 공진 영역 폭을 제한하여 횡모드(transverse mode)를 안정화시키고 그리고 동작 전류를 낮춘다.
- <18> 이러한 일반적인 질화물반도체레이저소자의 제조과정은, 사파이어 기판에 다층 구조의 GaN 계 반도체물질층을 형성한 후 건식 에칭에 의해 전류주입영역에 대응하는 릿지를 형성하고, 그리고 n-GaN 하부콘택트층의 노출과 공진면을 형성시키기 위한 n-GaN 하부 콘택트층 상부의 메사 구조물이 형성된다. 이러한 메사 구조물은 사파이어 등의 기판 상에 어레이의 형태로 제조되며, 최종적으로 스크라이빙 등에 의해 단위 소자로 분리된다. 도 2는 n-GaN 콘택트층(12) 위에 두 개의 단위 소자에 대응하는 두 개의 메사 구조물이 형성되어 있는 구조를 보인다. 두 메사구조물은 연결부분(40)에 의해 상호 연결되어 있고, 이 들은 상기 연결부분 위를 횡단하는 하나의 릿지(32a)를 공유하는 형태를 가진다. 이러한 메사구조물은 그 하부를 지지하는 기판과 함께 상기 연결부분(40)을 가로지르는 스크라이빙 라인 A-A'를 따라 단위 소자로서 분리된다.
- <19> 상기한 바와 같이 기판의 스크라이빙에 의해 단위 소자가 분리되며, 분리된 부분에 레이저 광이 출사하는 벽개면이 형성된다. 사파이어 기판 위(sapphire-c plane)에 형성된 GaN층의 c-결정면(GaN c-plane)은 사파이어의 c-결정면에 대해 약 30도 어긋나(tilt)있다. 이와 같이 사파이어 기판의 결정면과 GaN의 결정면이 서로 어긋나 있기 때문에 레이저 발진층에 수직하고 깨끗한 벽개면을 형성시키기 어렵다. GaN 반도체물질층에 레이저 발진층에 수직이고 깨끗한 벽개면을 형성하기 위해서는 먼저 사파이어 기판의 벽개면이 정확하게 스크라이빙에 의하여 분리되어야 하며, 이때에 사파이어 기판에서 다층의 GaN 반도체물질층에 의한 메사 구조물의 하부

로부터 그 상부의 릿지에까지 스크라이빙 포스(scribing force)가 전달될 때, 메사 구조물의 특정 부위에 스크라이빙 포스가 집중되지 않고 골고루 분포되어야 한다.

<20> 종래 기술을 이용하여 형성된 광 출사면, 즉 반도체물질층의 벽개면들을 관찰 해 보면 낮은 재현성을 확인할 수 있다. 즉, 동일한 스크라이빙 조건 하에서, 칩(단위 레이저 소자) 별로(chip by chip) 서로 다른 형상의 벽개면을 가지며, 광 출사에 적합한, 즉 발진층에 수직하고 깨끗한 벽개면을 갖는 레이저 소자의 수율은 약 65% 정도이다.

<21> 광 출사면이 불량한 레이저 소자를 분석해 보면, 스크라이빙시, 사파이어 기판에서 전파되어 오는 스크라이빙 포스가 메사 구조물에 전달되어 클리빙이 진행되는 과정에서 도 3에 보인 바와 같이 메사 구조물의 하부의 모서리(점선영역)에 스크라이빙 포스가 집중됨으로써 이 부분에 크랙이 형성되고, 이 크랙이 광 출사면까지 전파된다. 또 다른 불량의 한 형태는 ELOG(epitaxial lateral overgrowth, USP 6,348,108 참조)에 의해 형성된 GaN 합체부(coalescence)에서 크랙이다. 이는 도 4에 도시된 바와 같이 사파이어 기판에서 전파되어 오는 스크라이빙 포스가 GaN에 전달되면서 GaN의 합체부에서 크랙이 발생된다. 이렇게 형성된 크랙이 메사 구조물 상부의 릿지 웨이브 가이드로 전파되면서(점선영역) 벽개면에 울퉁불퉁한 불규칙적 표면을 형성한다.

<22> 이상과 같은 크랙 및 이에 의한 불규칙적인 표면을 가지는 벽개면은 결국 광 출력 저하를 초래하고, 동작전류를 높이게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 본 발명의 목적은 양질의 레이저 출사면을 가지는 레이저 소자 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

<24> 또한 본 발명의 다른 목적은 동작 전류가 낮고 레이저 발진 효율이 증대된 반도체 레이저 소자 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면,

<26> 기판 상에 레이저 공진층, 공진층 상하부의 클래드층을 포함하는 다중의 반도체물질층에 의한 메사구조물이 형성되어 있는 반도체레이저 소자에 있어서,

<27> 상기 메사구조물의 상부에 전류주입 릿지 및 전류주입 릿지 양측의 힘 분산 릿지가 메사구조물의 표면으로부터 돌출 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자가 제공된다.

<28> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 유형에 따르면,

<29> 기판 상에 레이저 공진층, 공진층 상하부의 클래드층을 포함하는 다중의 반도체물질층에 의한 메사구조물이 형성되어 있는 반도체레이저 소자에 있어서,

<30> 상기 메사구조물의 하부에 상기 기판으로 연결되는 만곡된 호형 모서리부가 형성되어 있고,

<31> 상기 메사구조물의 상부에 전류주입 릿지 및 전류주입 릿지 양측의 힘 분산 릿지가 메사구조물의 표면으로부터 돌출 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자가 제공된다.

<32> 상기 본 발명의 레이저 소자들에 있어서,

<33> 상기 상, 하부 클래드층 각각은 p-GaN/AlGaIn 및 n-GaN/AlGaIn 층인 것이 바람직하다.

<34> 상기 공진층은,

- <35> 상기 하부 클래드층 상에 적층되며 상기 하부 클래드층보다 굴절률이 큰 하부 도파층과 상기 하부 도파층 상에 적층되고 레이저광이 생성되는 활성층 및 상기 활성층 상에 적층되는 상부 도파층을 포함한다.
- <36> 상기 상하부 도파층은 상기 활성층보다 굴절률이 작은 것이 바람직하고, 특히 GaN 계열의 III-V 족 화합물 반도체층인 것이 바람직하다.
- <37> 상기 활성층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1$)인 GaN계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층일 수 있다. 상기 릿지들은 상기 상부 클래드층에 형성되며, 중앙의 릿지의 상면에 제2화합물 반도체층이 형성되며, 바람직하게는 제2화합물 반도체층은 p-GaN계열의 III-V 족 질화물 반도체층인 것이 바람직하다.
- <38> 상기 제1화합물 반도체 기판은 상면에 n형 전극을 더 구비하며, 상기 기판은 갈륨나이트라이드에 의한 반도체물질층이 형성된 사파이어 기판 또는 프리스탠딩 갈륨나이트라이드 (freestanding GaN) 기판인 것이 바람직하다.
- <39> 또한 상기 본 발명에 있어서, 상기 메사 구조물은 그 양측면이 상기 기판에 대해 기울어져 있고 상기 기판 쪽으로 갈수록 그 폭이 증가되는 구조를 가지는 것이 바람직하다.
- <40> 또한, 상기 본 발명에 있어서, 상기 힘분산 릿지는 상기 메사 구조체의 양쪽 가장자리에 형성되는 것이 바람직하다.
- <41> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 반도체레이저 소자의 바람직한 실시예를 설명한다.
- <42> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 소자를 나타낸 도면이며 도 6은 n-GaN 콘택트층(121) 위에 두 개의 단위 레이저 소자에 대응하는 두 개의 메사 구조물이 형성되어 있

는 구조를 보인다. 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 소자는, 기판(100)과, 기판의 상면에 성장된 하부 물질층(120), 공진층(130) 및 상부 물질층(140)을 구비한다.

<43> 하부 물질층(120)은, 기판(100) 표면에 성장되고 에칭공정에 의한 단차를 가지는 하부 콘택트층으로서의 제1화합물 반도체층(121)과, 제1화합물 반도체층(121)의 상면에 적층되는 하부 클래드층(122)을 포함한다. 제1화합물 반도체층(121)의 단차가 형성된 부분에는 n형 하부 전극(153)이 위치한다.

<44> 상기 기판(100)은 사파이어 기판 또는 프리스텐팅 GaN 기판이 주로 이용되며, 제1화합물 반도체층(121)은 n-GaN 계열의 III-V족 질화물 화합물 반도체층으로 형성하되, 특히 n-GaN 층으로 형성하는 것이 바람직하다. 하지만, 이에 한정되지 않으며 레이저 발진(레이징)이 가능한 III-V족의 다른 화합물 반도체층일 수 있다. 하부 클래드층(122)은 소정의 굴절률을 가지는 n-GaN/AlGaN층인 것이 바람직하나 레이징이 가능한 다른 화합물 반도체층일 수 있다.

<45> 상기 공진층(130)은, 상기 하부 클래드층(122)의 상면에 순서대로 하부 도파층(131), 활성층(132) 및 상부 도파층(133)이 적층된 구조를 가진다. 상하부 도파층(131)(133)은 활성층(132)보다 굴절률이 작은 물질로 형성하는데, GaN 계열의 III-V족 화합물 반도체층으로 형성하는 것이 바람직하다. 하부 도파층(131)은 n-GaN층으로, 상부 도파층(133)은 p-GaN층으로 형성한다. 활성층(132)은 레이징이 일어날 수 있는 물질층이면 어떠한 물질층이라도 사용할 수 있으며 바람직하게는 임계전류값이 작고 횡모드 특성이 안정된 레이저광을 발진할 수 있는 물질층을 사용한다. 활성층(132)으로 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1$)인 GaN 계열의 III-V족 질화물 화합물 반도체층을 사용하는 것이 바람직하다. 여기에서 상기 활성층은 다중양자우물 또는 단일양자우물 중 어느 하나의 구조를 가질 수 있으며 이러한 활성층의 구조는 본 발명의 기술적 범위를 제한하지 않는다.

<46> 상부 물질층(140)은, 본 발명을 특징지우는 한 요소로서 상부 도파층(133)의 상면에 적층되며 중앙부에 전류 주입 릿지(141a) 및 그 양측의 힘 분산 릿지(141b, 141b)가 돌출되게 형성되어 있는 상부 클래드층(141)을 포함한다. 상기 전류주입 릿지(141a)의 상면에 오믹 콘택트층으로서 적층되는 제2화합물 반도체층(142)을 포함한다. 상부 클래드층(141)은 하부 클래드층(122)이 n형 화합물 반도체층이면 p형 화합물 반도체층으로 형성하고, 하부 클래드층(122)이 p형 화합물 반도체층이면 n형 화합물 반도체층으로 형성한다. 즉, 하부 클래드층(122)이 n-GaN/AlGaN층이면 상부 클래드층(141)은 p-GaN/AlGaN 으로 형성한다. 제2화합물 반도체층(142)도 유사하게 제1화합물 반도체층(121)이 n형 화합물 반도체층이면 p형 화합물 반도체층으로 형성하며, 제1화합물 반도체층(121)이 n-GaN 으로 형성되면 제2화합물 반도체층(142)은 p-GaN 으로 형성한다. 상기 릿지(141a, 141b) 위에는 패시베이션층(151)이 형성되며, 패시베이션층(151)에는 중앙의 전류 주입 릿지(141a)에 대응하는 콘택트홀(151a)이 형성되어 있고, 이 위에 p형 상부 전극(152)이 형성되어 있다.

<47> 전술한 바와 같은 구조를 가지는 본 발명에 따른 레이저 소자에서, 공진층(130), 상부 물질층(140) 그리고 하부 물질층(120)의 하부 클래드층(122)이 메사 구조 내에 존재한다. 이러한 메사 구조체의 하부는 본 발명의 다른 특징에 따라 예리한 모서리가 아닌 둥그렇게 만곡된 호형 모서리부(rounded corner, 121a)를 가진다. 메사 구조체의 하부에 형성된 만곡된 코너는 도 6에 도시된 바와 같이 B-B'선을 따라 단위 소자를 분리할때에 가해지는 스크라이빙 포스의 집중을 방지하는 기능을 가진다.

<48> 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 레이저 소자는 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 전류 주입 릿지(141a)의 양측에 힘분산 릿지(141b)가 형성되어 있고, 또한 메사 구조체의 하부에 힘 분산을 위한 만곡된 호형 모서리부가 형성되는 구조를 가진다. 여기에서 상기 힘분산 릿지

는 전류 주입 릿지와 평행하고, 이를 중심으로 대칭적으로 형성되고 그 폭은 전류 주입 릿지(141a)와 같거나 큰 것이 바람직하다. 이렇게 형성된 힘 분산 릿지(141b)는 전술한 바와 같이 스크라이빙 포스에 의해 형성되는 GaN 결정의 합체부(coalescence)의 크랙이 전류 주입 릿지로 집중되는 것을 막아 주는 역할을 한다. 즉 합체부 크랙이 메사 구조체에서 수직인 방향으로 전파되게 함으로써 이 크랙이 전류 주입 릿지로 진행되는 것을 방지하여 광 출사 단면에 영향을 주지 못하게 하는 것이다.

<49> 도 7은 본 발명에 따른 레이저 소자에서 메사 구조체의 하부 구조를 보이는 주사전자사진(SEM)이며, 도 8는 메사 구조체에서 중앙의 전류 주입 릿지 부분을 보인 주사전자사진이다.

<50> 도 7에 보인 바와 같이, 메사 구조체의 하부에 만족된 모서리부가 형성되어 있는데, 이 부분에서 크랙 집중에 의한 불규칙적인 표면굴곡이 없는 매끈한 벽개면이 관찰된다. 이것은 도 3에 보여진 종래 레이저 소자에서의 불규칙한 벽개면과 대조적이다.

<51> 도 8에 보인 바와 같이, 메사 구조체의 상부에 중앙의 전류 주입 릿지가 마련되고 그 양측에 힘분산 릿지가 마련되어 있는 까닭으로 합체부로부터의 크랙이 기판에 대해 수직으로 진행함으로써 중앙의 릿지 부분은 매끈한 벽개면을 가지는 것이 관찰된다.

【발명의 효과】

<52> 상기한 바와 같이 본 발명에 따르면 메사 구조체의 하부에 만족된 코너부가 형성되고 그리고 메사 구조체의 상부에 전류주입 릿지의 양측의 힘분산 릿지가 마련된다. 이러한 구조에 따르면, 스크라이빙 방법에 의해 발진층에 수직하고 매우 깨끗한 단면을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 높은 수율을 얻을 수 있다. 이러한 깨끗한 단면에 의하면 레이저 발진 효율이 높아지고

따라서 레이저 소자의 동작 전류를 낮춘다. 한편, 상기한 바와 같은 힘분산 릿지는 클리빙시 스크라이빙 포스의 분산뿐 아니라 레이저 소자의 플립 칩 본딩시 릿지에 가해지는 하중을 분산하여 릿지의 손상을 방지한다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판 상에 레이저 공진층, 공진층 상하부의 클래드층을 포함하는 다층의 반도체물질층에 의한 메사구조물이 형성되어 있는 반도체레이저 소자에 있어서,

상기 메사구조물의 하부에 상기 기판으로 연결되는 만곡된 코너가 형성되어 있고,

상기 메사구조물의 상부에 전류주입 릿지가 메사구조물의 표면으로부터 돌출 형성되어 있고,

상기 메사구조물의 위에는 상기 전류주입 릿지의 정상면에 대응하는 콘택트홀을 구비하는 패시베이션층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 상, 하부 클래드층 각각은 p-GaN/AlGaIn 및 n-GaN/AlGaIn 층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 공진층은,

상기 하부 클래드층 상에 적층되며 상기 하부 클래드층보다 굴절률이 큰 하부 도파층과 상기 하부 도파층 상에 적층되고 레이저광이 생성되는 활성층 및 상기 활성층 상에 적층되는 상부 도파층을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

상기 상하부-도파층은 상기 활성층보다 굴절률이 작은 것이 바람직하고, 특히 GaN 계열의 III-V 족 화합물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 5】

제 3 항에 있어서,

상기 활성층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1$)인 GaN계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 6】

제 3 항에 있어서,

상기 릿지들은 상기 상부 클래드층에 형성되며, 중앙의 릿지의 상면에 제2화합물 반도체 층이 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

상기 제2화합물 반도체층은 p-GaN계열의 III-V 족 질화물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 8】

제 3 항에 있어서,

상기 기판은 상면에 n형 전극을 더 구비하며, 상기 기판은 갈륨나이트라이드에 의한 반도체물질층이 형성된 사파이어 기판 또는 프리스탠딩 갈륨나이트라이드(freestanding GaN) 기판인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 9】

기판 상에 레이저 공진층, 공진층 상하부의 클래드층을 포함하는 다층의 반도체물질층에 의한 메사구조물이 형성되어 있는 반도체레이저 소자에 있어서,

상기 메사구조물의 하부에 상기 기판으로 연결되는 만곡된 호형 모서리부가 형성되어 있고,

상기 메사구조물의 상부에 전류주입 릿지 및 전류주입 릿지 양측의 힘 분산 릿지가 메사구조물의 표면으로부터 돌출 형성되어 있고,

상기 메사구조물의 위에는 상기 전류주입 릿지의 정상면에 대응하는 콘택트홀을 구비하는 패시베이션층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 10】

제 9 항에 있어서,

상기 상, 하부 클래드층 각각은 p-GaN/AlGaIn 및 n-GaN/AlGaIn 층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 11】

제 9 항에 있어서,

상기 공진층은,

상기 하부 클래드층 상에 적층되며 상기 하부 클래드층보다 굴절률이 큰 하부 도파층과 상기 하부 도파층 상에 적층되고 레이저광이 생성되는 활성층 및 상기 활성층 상에 적층되는 상부 도파층을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서,

상기 상하부 도파층은 상기 활성층보다 굴절률이 작은 것이 바람직하고, 특히 GaN 계열의 III-V 족 화합물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 13】

제 11 항에 있어서,

상기 활성층은 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 그리고 $x+y \leq 1$)인 GaN계열의 III-V 족 질화물 화합물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 14】

제 11 항에 있어서,

상기 릿지들은 상기 상부 클래드층에 형성되며, 중앙의 릿지의 상면에 제2화합물 반도체층이 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 15】

제 14 항에 있어서,

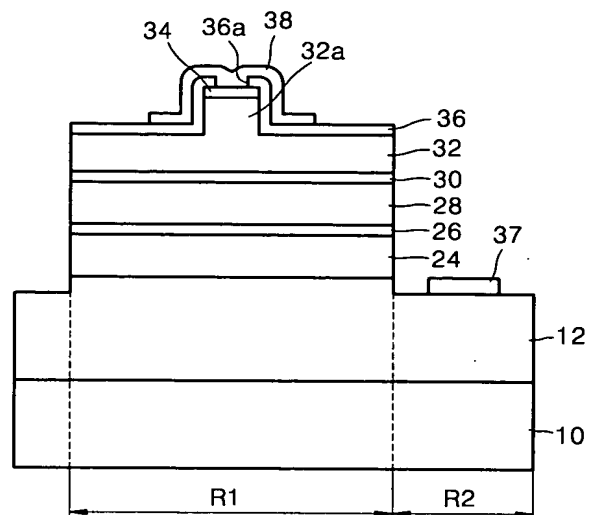
상기 제2화합물 반도체층은 p-GaN계열의 III-V 족 질화물 반도체층인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【청구항 16】

제 11 항에 있어서,

상기 기판은 상면에 n형 전극을 더 구비하며, 상기 기판은 갈륨나이트라이드에 의한 반도체물질층이 형성된 사파이어 기판 또는 프리스탠딩 갈륨나이트라이드(freestanding GaN) 기판인 것을 특징으로 하는 반도체 레이저 소자.

【도 1】



단위소자

A

단위소자

n-GaN(12)

p-GaN(32)

MESA STRUCTURE

Ridge(32a)

p-GaN(32)

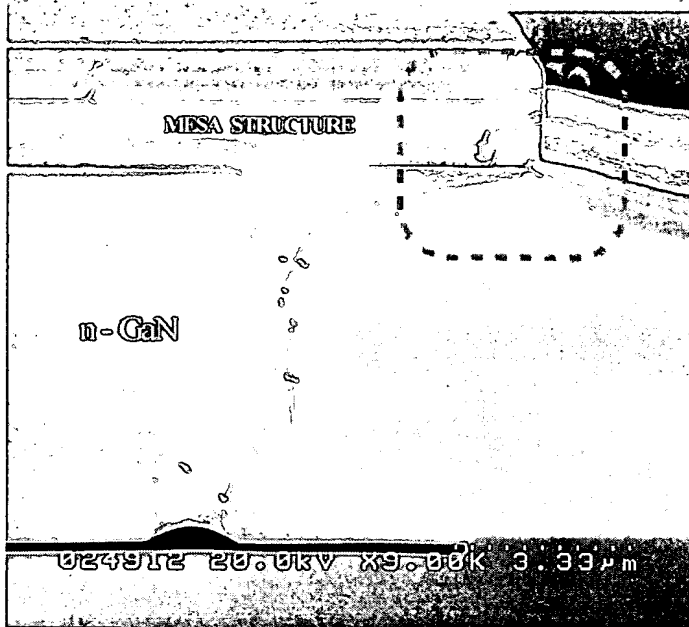
n-GaN(12)

40

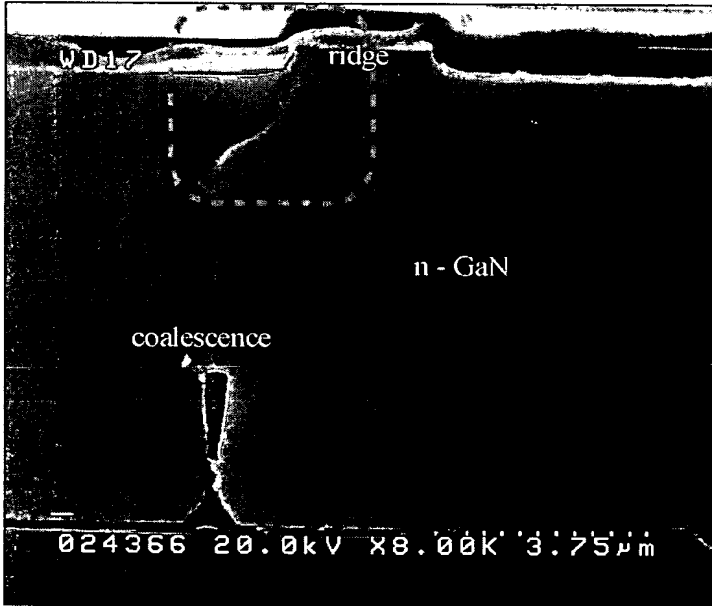
A'

SUBSTRATE(10)

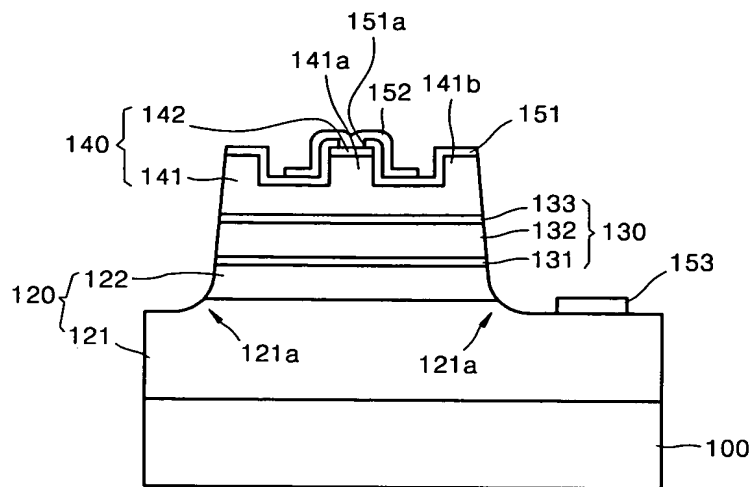
【도 3】



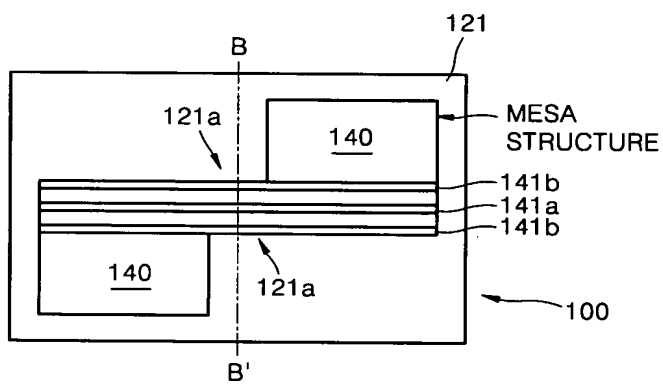
【도 4】



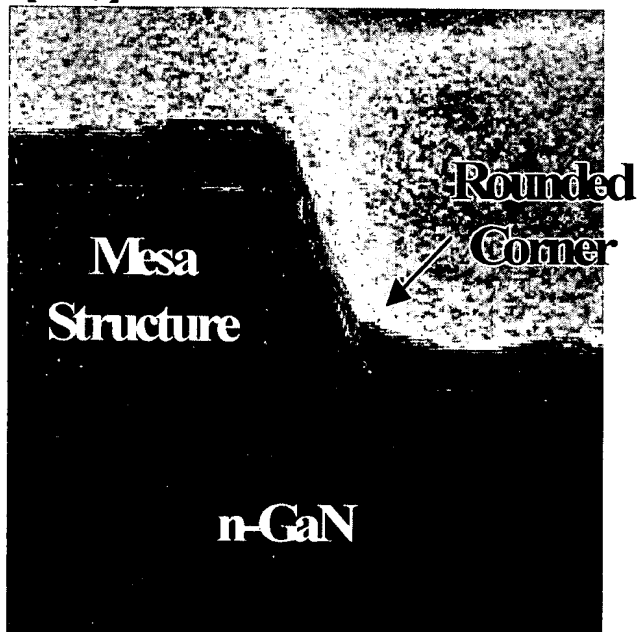
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

